

湖北高海拔地区性信息素对小菜蛾的诱捕和防治效果

王香萍¹, 张钟宁^{1*}, 雷朝亮², 赵毓朝³, 吴旦旭³

(1. 中国科学院动物研究所, 农业虫害鼠害综合治理研究国家重点实验室, 北京 100080;

2. 华中农业大学, 武汉 430070; 3. 湖北长阳植检站, 湖北长阳 443500)

摘要: 2002年应用性诱剂对海拔1200 m山区甘蓝田小菜蛾的发生及防治进行了研究。在第一茬蔬菜生长期有2个诱蛾高峰, 诱蛾量(头/盆)分别为 11.7 ± 2.4 和 9.2 ± 1.0 ; 第二茬蔬菜生长期有3个诱蛾高峰, 诱蛾量(头/盆)分别为 70.9 ± 8.0 、 16.1 ± 2.5 和 11.1 ± 1.9 。应用性诱剂诱捕山区甘蓝田小菜蛾时, 第一茬田间蛾密度与单盆诱捕量相关性不显著, 而第二茬菜生长期田间蛾密度与单盆诱蛾量相关性显著($y = 0.0116x + 0.1614$, $r = 0.9213$, $P = 0.0011$)。性诱剂在光期与暗期都可诱到小菜蛾雄虫, 没有明显的诱蛾高峰。应用性诱剂可以使菜田的农药使用减少3~5次, 降低田间子代幼虫密度。

关键词: 小菜蛾; 甘蓝; 性诱剂; 诱捕; 防治效果

中图分类号: Q968 文献标识码: A 文章编号: 0454-6296(2004)01-0135-06

Mass trapping and control efficacy on the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) with synthetic sex pheromone lures at high altitudes in Hubei

WANG Xiang-Ping¹, ZHANG Zhong-Ning^{1*}, LEI Chao-Liang², ZHAO Yu-Chao³, WU Dan-Xu³ (1. State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China; 2. Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China; 3. Changyang County Plant Quarantine Station, Changyang, Hubei 443500, China)

Abstract: The effects of synthetic sex pheromone lures in controlling the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (DBM) were assayed at high altitudes (about 1800 m) in Hubei in 2002. The results showed that there were two peaks in first crop of cabbage, with moth catches being 11.7 ± 2.4 , and 9.2 ± 1.0 per trap, respectively; in second crop of cabbage there were three peaks, with the moth catches being 70.9 ± 8.0 , 16.1 ± 2.5 , and 11.1 ± 1.9 per trap, respectively. In the second crop, the correlation between moth density and moth catches per trap was significant, $y = 0.0116x + 0.1614$ ($r = 0.9213$, $P = 0.0011$). Use of synthetic sex pheromone lures could decrease the number of DBM moths and reduce insecticide applications.

Key words: *Plutella xylostella*; cabbage; synthetic sex pheromone lure; mass trapping; control efficacy

小菜蛾 *Plutella xylostella* (L.) 属鳞翅目菜蛾科, 是十字花科蔬菜的重要害虫之一, 呈世界分布, 全球防治费用每年在10亿美元左右(Talekar and Shelton, 1993)。多年来对小菜蛾的防治以使用化学农药为主, 使小菜蛾的抗药性不断增加(赵怀玲和尤民生, 2001), 同时造成环境污染及影响食品安全。使用性信息素防治小菜蛾是综合防治所采取的措施之一, 安全无污染。在国内刘珣等(1984, 1985, 1987a, 1987b)化学合成了小菜蛾的性信息素并进行了田间诱蛾活性的研究。应用性诱剂可以对小菜蛾的发生进行预测预报(Baker *et al.*, 1982; Reddy and Urs,

1997), 可以对其种群进行控制(Chisholm *et al.*, 1983; 胡慧建等, 1998; 侯有明等, 2001)。应用性信息素防治小菜蛾方法简单, 易于操作。本文报道应用性信息素对高海拔地区甘蓝田中小菜蛾种群的控制作用, 以期综合防治高海拔地区蔬菜害虫提供一定依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验地点在湖北省长阳县火烧坪乡, 该乡是十

基金项目: 国家重点基础发展规划项目(G20000162)

作者简介: 王香萍, 女, 1975年10月生, 博士研究生, 从事化学生态学研究, E-mail: wxp7457_cn@sina.com

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: zhangzn@panda.ioz.ac.cn

收稿日期 Received: 2002-11-27; 接受日期 Accepted: 2003-10-13

字花科蔬菜种植乡,是湖北省重要反季节蔬菜生产基地,全乡平均海拔高度为 1 800 m,蔬菜种植面积达 3 000 hm²。火烧坪乡种植蔬菜从 1984 年开始起步并逐渐规模发展,1996 年起开始发现小菜蛾的入侵,1999 年整个地区普遍发生,现在危害日益严重(赵毓朝等,2001),但发生情况等没有具体研究。试验地种植的甘蓝品种为“京丰一号”,海拔高度约 1 200 m。

1.2 小菜蛾性诱剂诱芯

性诱剂由中国科学院动物研究所提供,主要成分为顺-11-十六碳烯醛、顺-11-十六碳烯乙酸酯及顺-11-十六碳烯醇,三者比例为 50:50:1,每诱芯总含量为 50 μg,诱芯的更换周期为每月一次。试验期间所用农药为当地常规农药菜蛾敌(可湿性粉剂,有效成分为阿维菌素和苏云金杆菌)。

1.3 试验处理

1.3.1 试验设计: 试验于 2002 年 5 月至 10 月进行,分性信息素诱捕区和化防区 2 个处理,诱捕区面积为 2 hm²,化防区面积为 3 hm²,两区之间相距 2 km;每个处理 4 个重复,相距 500 m。两个处理蔬菜长势相似,对两个处理均观察两茬菜,第一茬甘蓝 4 月中旬移栽,第二茬甘蓝 7 月底移栽。诱捕区每隔 10 m 设置 1 个诱盆,盆直径 20 cm,深 15 cm,诱芯置于盆上平面中央,盆内放水(加入少量洗衣粉),诱芯与水平面相距 1 cm,及时在盆内加水,保持水平面高度,水被污染后及时更换。诱盆随着蔬菜长高而升高,始终保持约高出叶冠 30 cm 左右。

1.3.2 调查方法: 诱捕区每隔 2 天统计盆内诱蛾量并清除盆内小菜蛾。同时目测田内成虫量,观察每

平方米因撒土起飞的成虫并估计数量,重复 20 次,计算田间蛾密度。诱捕区和化防区每五天调查 1 次田内卵、幼虫及蛹数量,将卵与蛹采回室内饲养观察存活率,根据存活率换算为幼虫数量。调查方法为“W”形取样,每点 20 株,共 10 点,统计虫量,适时施药。甘蓝包心前期的施药标准为每株小菜蛾 0.5 ~ 1.0 头,包心后期防治标准为每株小菜蛾 1.5 ~ 3.0 头(吕要斌等,2000)。同时记录当地的天气情况如温度、湿度等。

在小菜蛾发生高峰期进行诱蛾节律观察试验。试验设置 3 个处理,每个处理为每 667 m² 置 4 个诱盆,每隔 2 h 观察诱蛾数量并将盆内蛾清除,观察过后更换盆位置,昼夜观察,重复 3 次,统计总数,分析性诱剂诱蛾节律。

1.4 试验资料统计分析

所获数据主要用平均数 ± 标准差(SD)来表示。数据回归分析采用程序为 SPSS(第 10 版)。

2 结果与分析

2.1 诱蛾量的时间动态

从 5 月初至 10 月中旬在 2 茬甘蓝田间的诱蛾量变化很大。第一茬菜诱蛾量较少,有 2 个高峰,诱蛾量(头/盆)分别为 11.7 ± 2.4 和 9.2 ± 1.0(图 1: A)。第二茬菜诱蛾量相对较大,高峰期诱蛾量(头/盆)分别为 70.9 ± 8.0、16.1 ± 2.5 和 11.1 ± 1.9(图 1: B)。根据诱蛾情况判断第二茬甘蓝上的小菜蛾发生量远大于第一茬上的发生量,从第一茬蔬菜过渡到第二茬蔬菜时小菜蛾发生严重。

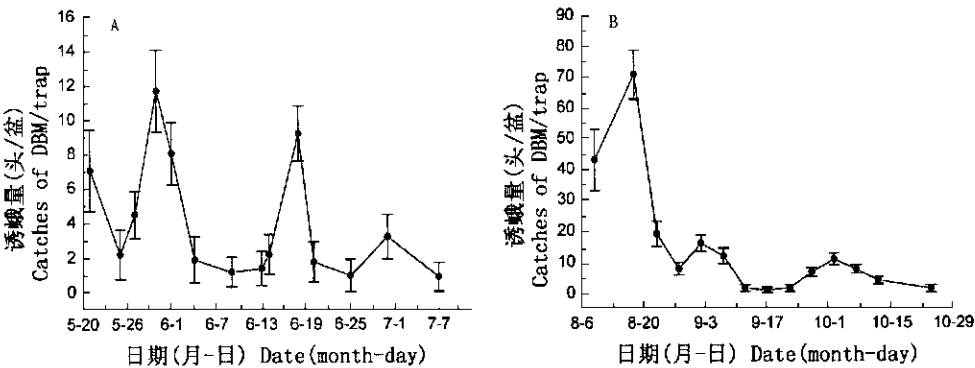


图1 甘蓝田性诱剂诱蛾量

Fig.1 Captures of the diamondback moth (DBM) per trap with sex pheromone

A: 第一茬甘蓝 First crop of cabbage; B: 第二茬甘蓝 Second crop of cabbage;

下同 The same for the following figures.

2.2 诱蛾量与田间虫量的关系

2.2.1 成虫预测：第一茬甘蓝田诱蛾量与田间蛾密度相关性不显著($r = 0.4271$, $P = 0.1277$)(图 2:

A),而第二茬甘蓝时诱蛾量与田间蛾量相关关系显著($r = 0.9213$, $P = 0.0011$)(图 2: B),田间蛾量增加,诱蛾量也相应增加。

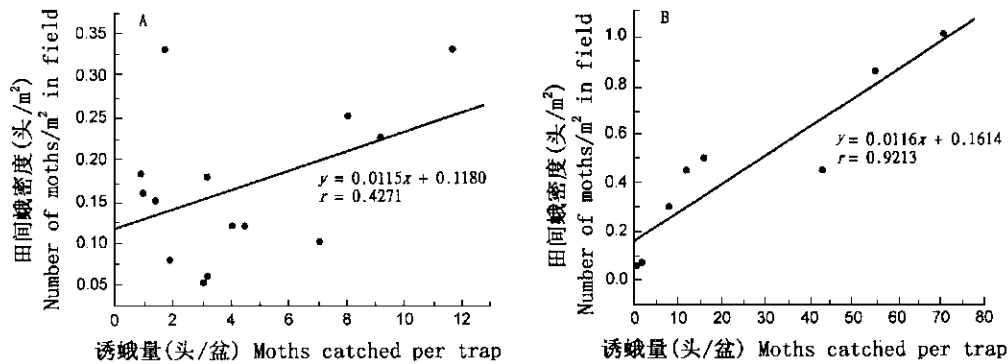


图2 甘蓝田诱蛾量与田间蛾密度的关系
Fig.2 Relationship between moth density in field and captures per trap with sex pheromone

2.2.2 田间幼虫发生高峰的预测：第一茬甘蓝上的小菜蛾诱捕量有2个高峰,根据温度和卵发育历期关系的经验公式 $y = 1997/x^{2.0625}$ (柯礼道和方菊莲, 1979),可推测出相应的幼虫发生高峰时间,预测与田间实际发生情况基本吻合(表 1)。对第二茬甘

蓝田小菜蛾幼虫的发生根据发育历期经验公式预测结果也比较好(表 2)。由此可见,在高海拔地区应用性诱剂诱捕小菜蛾可为虫情测报和适时防治提供信息。

表1 第一茬甘蓝田幼虫发生高峰的预测
Table 1 Occurrence forecast of *P. xylostella* larvae in the first crop of cabbage

日期(月-日) Date (month-day)	平均温度(℃) Mean temperature	诱蛾量(头/盆) Catches of DBM adults per trap	田间幼虫量(头/株) Larval number per plant in field	幼虫发生高峰预测 Larval occurrence peak forecasted
05-20 ~ 05-23	11.7	7.1 ± 1.8	0.3 ± 0.1	
05-23 ~ 05-26	12.8	2.2 ± 1.4	0.5 ± 0.1	
05-26 ~ 05-29	15.2	4.5 ± 1.4	0.7 ± 0.3 ↓	
05-29 ~ 06-04	19.2	11.7 ± 2.4 *	0.4 ± 0.0	
06-04 ~ 06-09	19.4	8.1 ± 1.8	0.1 ± 0.1	
06-09 ~ 06-14	21.5	1.2 ± 1.3	1.4 ± 0.1 *	*
06-13 ~ 06-18	16.4	2.2 ± 0.9	0.8 ± 0.3 ↓	
06-18 ~ 06-20	19.7	9.2 ± 1.0 *	0.2 ± 0.2	
06-20 ~ 06-25	21.9	1.8 ± 1.2	0.8 ± 0.0	
06-25 ~ 07-01	19.5	1.0 ± 1.6	2.1 ± 0.2 *	*
07-01 ~ 07-07	20.7	3.2 ± 1.2	1.3 ± 0.1 *	*
07-07 ~ 07-11	17.4	0.9 ± 0.9	3.0 ± 0.3 *	

* 高峰期 Peak; ↓ 施药 Applying insecticide. 表 2 同 The same for Table 2.

表 2 第二茬甘蓝田幼虫发生的预测

Table 2 Occurrence forecast of *P. xylostella* larvae in the second crop of cabbage

日期(月-日)	平均温度(℃)	诱蛾量(头/盆)	田间幼虫量(头/株)	幼虫发生高峰预测
Date (month-day)	Mean temperature	Catches of DBM adults per trap	Larval number per plant in field	Larval occurrence peak forecasted
08-09 ~ 08-13	21.2	43.1 ± 10.0*	0.2 ± 0.1	
08-13 ~ 08-18	20.7	70.9 ± 8.0*	1.3 ± 0.2*	*
08-18 ~ 08-21	24.9	19.1 ± 2.0*	0.3 ± 0.1↓	*
08-21 ~ 08-25	27.0	8.0 ± 2.7	1.5 ± 0.1*	*
08-25 ~ 08-27	26.1	16.1 ± 2.5*	1.5 ± 0.2*	
08-27 ~ 08-31	27.4	12.1 ± 1.0*	1.0 ± 0.1	
08-31 ~ 09-02	19.7	1.7 ± 0.9	0.5 ± 0.1↓	*
09-02 ~ 09-07	23.2	1.2 ± 1.1	0.3 ± 0.0	
09-07 ~ 09-12	19.4	1.7 ± 1.5	0.8 ± 0.1	

2.3 性诱剂的诱蛾节律

由图 3 可看出,小菜蛾性诱剂昼夜都能诱蛾,没有明显的诱蛾高峰,在 8: 00 至 22: 00 之间诱蛾率较高,0: 00 至 6: 00 之间明显偏低。

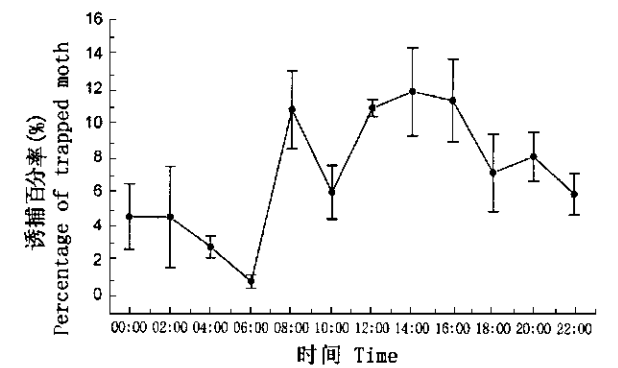


图 3 小菜蛾性诱剂的诱蛾节律

Fig.3 Rhythm of *P. xylostella* moth trapping with sex pheromone

2.4 小菜蛾性诱剂诱捕田与化防田的防治效果比较

诱捕田和化防田的防治效果主要是通过田间子

代幼虫密度的比较。在第一茬甘蓝时 2 种处理田在包心前期幼虫密度差异不大,诱捕田只在包心前期施用 2 次防治小菜蛾的农药(5 月 17 日,5 月 28 日),包心后期再施 2 次(主要防治甘蓝夜蛾);而化防田的施药次数在包心前期为 3 次(5 月 16 日,5 月 27 日,6 月 4 日),包心后期为 6 次。但包心后期化防田的小菜蛾发生仍比诱捕田严重(图 4: A),可能是甘蓝生长后期小菜蛾主要在外叶为害,即使施药也很难控制。可见在种群密度较低时用性诱剂诱捕小菜蛾可以减少施药次数。

在第二茬甘蓝移栽之后,诱捕田的幼虫基数相对于化防田要低,移栽后待甘蓝生长一段时间,幼虫量即迅速上升(图 4: B)。化防田幼虫量在移栽后初期就较大,包心前期施用农药 4 次才能将小菜蛾控制在经济阈值之内,而诱捕田施用 2 次农药即可。由于高海拔地区秋季田间温度下降快,后期小菜蛾不易再造成较大为害。

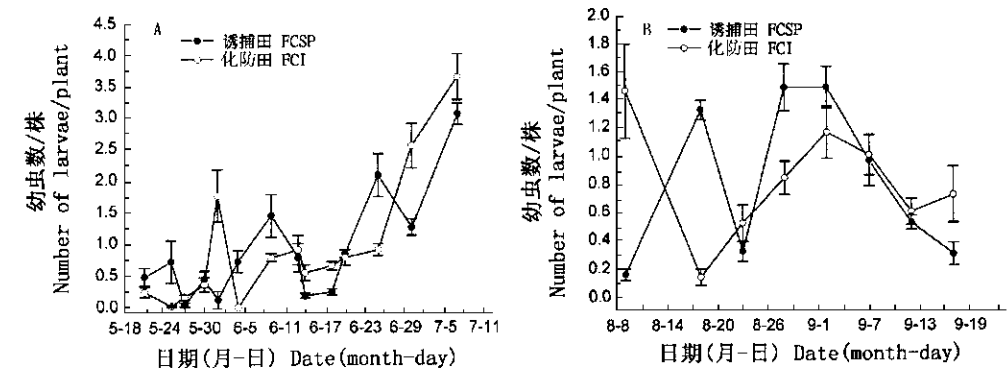


图 4 诱捕田(FCSP)与化防田(FCI)幼虫密度比较

Fig.4 Larval densities in the fields controlled with sex pheromone (FCSP) and those controlled with insecticides (FCI)

3 讨论

含顺-11-十六碳烯醛、顺-11-十六碳烯乙酸酯及顺-11-十六碳烯醇(50:50:1)的小菜蛾性诱剂除了在低海拔地区使用外,在海拔 1 200 m 的湖北省山区也仍然适用。在所研究的地区,第一茬甘蓝和第二茬甘蓝生长期间小菜蛾的发生分别有 2 个高峰和 3 个高峰。由诱蛾情况判断该山区小菜蛾全年发生代数约为 5~7 代,在第二茬甘蓝生长初期即温度较高的 7 月中下旬至 8 月,田间蛾量较大。第一茬甘蓝田的诱蛾量与田间蛾量密度相关性不显著,而第二茬甘蓝田两者的相关性则较显著。第一茬甘蓝田相关性不明显的原因可能是第一茬甘蓝上的小菜蛾种群密度较小,而采用的小菜蛾估测方法在低密度种群时误差增大所致;也可能与山区气候如温度、湿度变化有关,在低密度种群时可采用更精确的方法如标记回收法等估计田间蛾量(Annamalai *et al.*, 1988)。总体来看高海拔地区小菜蛾发生趋势与低海拔平原地区有所不同:发生量较平原地区小,发生代数较同纬度平原地区少,发生高峰时间不同。高海拔地区冬季严寒,越冬小菜蛾数量较少,而春季与秋季温度较低,虫量较小;夏季温度升高,有利于小菜蛾的发生,虽然高海拔地区夏季为两茬蔬菜之间的过渡期,但这里的蔬菜播种期及移栽期不一致,小菜蛾一直有寄主,使得过渡期间蔬菜受害严重,导致第二茬甘蓝移栽初期小菜蛾大量发生。

不同地区应用性信息素或处女雌蛾时的诱蛾节律有所不同。Reddy 和 Urs(1996)发现在印度甘蓝田处女雌蛾的诱蛾高峰时间段为 16:00~18:00。Pivnick 等(1990)发现在加拿大处女雌蛾的诱蛾高峰时间段在 18:00 以后,光期时雌性对雄性无引诱作用。Furlong 等(1995)认为在马来西亚诱芯全天都可诱蛾。王维专等(1991)认为诱蛾高峰在 18:00~24:00。本研究表明,诱芯在高海拔山区不管是在白天还是在夜里都可以诱到小菜蛾,诱蛾量无明显高峰,但以 8:00~22:00 的诱蛾量较多。Uematsu 和 Yoshikawa(2002)认为小菜蛾在温度偏低季节可以在光周期里交配产卵。而在高海拔地区夜间温度偏低,小菜蛾活动受温度影响有向白天转移的趋势,因此高海拔地区在光周期和暗周期均可诱到小菜蛾。

在高海拔地区可以根据小菜蛾诱蛾高峰与温度的关系推测小菜蛾的幼虫发生高峰,因此对化学防

治工作具有指导意义。应用性诱剂诱捕法防治高海拔地区小菜蛾已经取得一定的成效,明显降低了使用化学农药的频率和用量。经过第一茬诱捕之后,诱捕田在第二茬开始时的虫口基数远小于化防田,小菜蛾性诱剂对小菜蛾的诱捕具有累积效果。

蔬菜田内的昆虫群落相对于其他作物田内的昆虫群落来说在组成上较为单一,生态系统更为脆弱,减少化学农药的使用就可以减缓害虫抗药性的增加,也可以减少对天敌亚群落的伤害,增强农田自控能力(薛明,2000)。高海拔地区蔬菜种植品种相对单一,种植区域相对封闭,害虫发生量相对于平原地区要小。而性诱剂诱捕法在低虫口密度下的防治效果比高虫口密度下的要好,因此在高海拔地区应用性诱剂防治小菜蛾具有很大潜力,而且由于高海拔地区蔬菜种植的相对封闭性,迷向法也应具有一定的应用潜力。同时还可以利用性诱剂对小菜蛾其他方面进行研究,如不同海拔高度小菜蛾的虫源问题,以及小菜蛾在高海拔地区不同高度的越冬问题等。但具体实施时还需注意其他因素的影响,如强紫外线辐射对性诱剂使用寿命的影响以及山区地形差异因素的影响等,尚需进一步研究。

参 考 文 献(References)

- Annamalai S, Saito T, Ito Y, 1988. Marking adult diamondback moth *Plutella xylostella* and estimation of adult survival rate and population density in cabbage field. *Appl. Entomol. Zool.*, 23(3): 245-250.
- Baker PB, Shelton AM, Andaloro JT, 1982. Monitoring of diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae) in cabbage with pheromones. *J. Econ. Entomol.*, 75: 1 025-1 028.
- Chisholm MD, Steck WF, Underhill EW, Palaniswamy P, 1983. Field trapping of diamondback moth *Plutella xylostella* using an improved four-component sex attractant blend. *J. Chem. Ecol.*, 9(1): 113-119.
- Furlong MJ, Pell JK, Choo OP, Rahaman SA, 1995. Field and laboratory evaluation of a sex pheromone trap for the autodissemination of the fungal entomopathogen *Zoophthora rodicans* (Entomophthorales) by the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Bull. Entomol. Res.*, 85: 331-337.
- Hou YM, Pang XF, Liang GW, You MS, 2001. Control effect of *Plutella xylostella* with synthetic sex pheromone. *Chinese J. Biol. Contr.*, 17(3): 121-125. [侯有明, 庞雄飞, 梁广文, 尤民生, 2001. 性诱剂对蔬菜大棚小菜蛾种群控制效应的研究. 中国生物防治, 17(3): 121-125]
- Hu HJ, Liang GW, Zhang WQ, 1998. Field luring of synthetic sex pheromone of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). *Advance in Research of Entomology*, 5: 100-103. [胡慧建, 梁广文, 张维球, 1998. 小菜蛾性诱剂诱杀作用的研究. 昆虫学研究进展, 5: 100-103]
- Ke LD, Fang JL, 1979. Research on biology of diamondback moth (*Plutella*

- xylostella*): life trait, relationship between generations and temperature. *Acta Entomologica Sinica*, 7(3): 139–143. [柯礼道, 方菊莲, 1979. 小菜蛾生物学研究——生活史、温度与世代数的关系. 昆虫学报, 7(3): 139–143]
- Liu X, Zhang ZN, Kong J, 1984. Synthesis of diamondback moth sex pheromone Z-11-hexanadenal and Z-11-hexanadenyl acetate. *Insect Pheromone*, 1: 46–51. [刘珣, 张钟宁, 孔杰, 1984. 小菜蛾信息素 Z-11-十六碳烯乙酸酯和 Z-11-十六碳烯醛的合成. 昆虫激素, 1: 46–51]
- Liu X, Zhang ZN, Kong J, 1987a. Synthesis of Z-11-hexanadenal and Z-11-hexanadenyl acetate and their attraction activity in field. *Sinozoologia*, 5: 7–13. [刘珣, 张钟宁, 孔杰, 1987a. 小菜蛾信息素 Z-11-十六碳烯乙酸酯和 Z-11-十六碳烯醛的合成与田间诱蛾活性. 动物学集刊, 5: 7–13]
- Liu X, Zhang ZN, Kong J, 1987b. Attraction activity of the synthetic sex pheromone before ray susceptibility in field. *Sinozoologia*, 5: 15–19. [刘珣, 张钟宁, 孔杰, 1987b. 小菜蛾光敏前信息素田间诱蛾活性. 动物学集刊, 5: 15–19]
- Liu X, Zhang ZN, Kong J, Pickett JA, Pan YC, 1985. Attraction of diamondback moth (*Plutella xylostella* (L.)) with synthetic sex pheromone in field. *Acta Ecologica Sinica*, 5(3): 249–255. [刘珣, 张钟宁, 孔杰, J.A. Pickett, 潘永成, 1985. 小菜蛾合成性信息素田间诱蛾活性. 生态学报, 5(3): 249–255]
- Lu YB, Liang GW, Pang XF, 2000. The economic threshold for biological control of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). *Acta Ecologica Sinica*, 20(Suppl.): 97–101. [吕要斌, 梁广文, 庞雄飞, 2000. 小菜蛾生物防治经济阈值的研究. 生态学报, 20(增): 97–101]
- Pivnick KA, Janis BJ, Gillott C, Slater GP, Underhill EW, 1990. Daily pattern of reproductive activity and the influence of adult density and exposure to host plants on reproduction in the diamondback moth, (*Lepidoptera: Plutellidae*). *Environ. Entomol.*, 19: 587–593.
- Reddy GVP, Urs KCD, 1997. Mass trapping of diamondback moth *Plutella xylostella* in cabbage fields using synthetic sex pheromone. *Insect Pest Control*, 39: 125–126.
- Reddy GVP, Urs KCD, 1996. Studies on the sex pheromone of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (*Lepidoptera: Yponomeutidae*) in India. *Bull. Entomol. Res.*, 86: 585–590.
- Talekar NS, Shelton AM, 1993. Biology, ecology and management of the diamondback moth. *Annu. Rev. Entomol.*, 38: 275–301.
- Uematsu H, Yoshikawa K, 2002. Seasonal changes in copulation and oviposition time of diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.*, 46: 81–87.
- Wang WZ, Chen WP, Lu PJ, Tao FL, Zheng WJ, 1991. Control effect on diamondback moth, *Plutella xylostella*, with synthetic sex pheromone. *Plant Protection*, 17(5): 7–8. [王维专, 陈伟平, 吕培均, 陶方玲, 郑伟坚, 1991. 性信息素对小菜蛾种群控制的研究. 植物保护, 17(5): 7–8]
- Xue M, 2000. Studies on insect community structure of spring cabbage. *Acta Ecologica Sinica*, 20(Suppl.): 114–116. [薛明, 2000. 甘蓝昆虫群落结构的研究. 生态学报, 20(增): 114–116]
- Zhao HL, You MS, 2001. Advancement in research on the insecticide resistance of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) and its management. *Entomological Journal of East China*, 10(1): 82–88. [赵怀玲, 尤民生, 2001. 小菜蛾抗药性及其治理对策的研究进展. 华东昆虫学报, 10(1): 82–88]
- Zhao YC, Lu ZZ, Zhang ZM, 2001. Research of the diamondback moth (*Plutella xylostella*) larva occurring on cabbage at high altitudes. *Hubei Plant Protection*, 6: 10–11. [赵毓朝, 吕志藻, 张植敏, 2001. 高海拔地区结球甘蓝小菜蛾幼虫发生为害动态观察. 湖北植保, 6: 10–11]

(责任编辑: 黄玲巧)